

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: Working Small

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

DERWENT-ACC-NO: 2003-397470

DERWENT-WEEK: 200340

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Roller support device in semiconductor element
manufacturing apparatus, has alumina sintered compact
ball and roller bearing, whose purity, bending strength
and surface roughness of race and ring are set to preset
value

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON SEIKO KK[NSEI]

PRIORITY-DATA: 2001JP-0195795 (June 28, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2003013969 A	January 15, 2003	N/A	005	F16C 033/62

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2003013969A	N/A	2001JP-0195795	June 28, 2001

INT-CL (IPC): C04B035/10, F16C033/32, F16C033/38, F16C033/44,
F16C033/58, F16C033/62, F16H025/24

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003013969A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Alumina sintered compact ball and roller bearing comprising outer
race, balls, inner ring of spiral wound gasket and a retainer, whose purity is
set to more than 99.0 volume% and the three point bending strength specified by
JIS-R1601 is set to more than 400 MPa. Average surface roughness (Ra) of the
race and the ring is set below 2.0 microns m.

USE - In semiconductor element manufacturing apparatus, and a chemical fiber
manufacturing machine.

ADVANTAGE - Durability of the bearing is enhanced even in a corrosive

environment.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the graph of test result about bending strength of the ball and roller bearing. (Drawing includes non-English language text).

CHOSEN-DRAWING: Dwg.3/4

TITLE-TERMS: ROLL SUPPORT DEVICE SEMICONDUCTOR ELEMENT MANUFACTURE APPARATUS

ALUMINA SINTER COMPACT BALL ROLL BEARING PURE BEND STRENGTH SURFACE
ROUGH RACE RING SET PRESET VALUE

DERWENT-CLASS: A88 F01 L02 L03 Q62 Q64 U11

CPI-CODES: A04-E10; A12-H03; A12-H11; F01-C01; L02-A04; L04-D02;

EPI-CODES: U11-C09A; U11-C09X;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0500 F* 7A

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; Q9999 Q7896 Q7885 ; Q9999 Q7556 ; K9416 ; Q9999 Q7476
Q7330 ; B9999 B5287 B5276 ; B9999 B4591 B4568

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2003-105868

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-317477

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
F 1 6 C 33/62		F 1 6 C 33/62	3 J 0 6 2
C 0 4 B 35/10		33/32	3 J 1 0 1
F 1 6 C 33/32		33/38	4 G 0 3 0
33/38		33/44	
33/44		33/58	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-195795(P2001-195795)	(71) 出願人	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(22) 出願日	平成13年 6 月28日 (2001.6.28)	(72) 発明者	池田 憲文 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
		(72) 発明者	山本 豊寿 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
		(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也 (外2名)

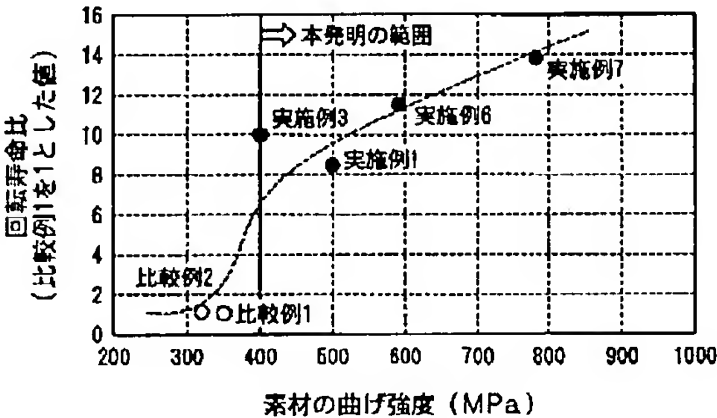
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり支持装置

(57) 【要約】

【課題】半導体素子製造用機器や化学繊維製造用機械等の転がり支持装置として好適な、腐食性環境下での寿命が長い転がり軸受を提供する。

【解決手段】内輪、外輪、転動体を、純度99.0体積%以上のアルミナ焼結体であって、J I S-R 1 6 0 1で規定された試験法による3点曲げ強度が400MPa以上である材料で形成する。軌道面の表面粗さを平均粗さ(Ra)で0.1μm以上2.0μm以下とする。保持器は、フッ素樹脂を主成分とする材料で形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側に配置されて外面に軌道面を有する内方部材と、外側に配置されて内面に軌道面を有する外方部材と、両軌道面で構成される軌道内に配置される転動体と、を少なくとも備え、転動体が軌道内を転がり移動することにより内方部材および外方部材の一方が他方に対して相対的に移動する転がり支持装置において、内方部材、外方部材、および転動体の少なくともいずれかは、純度が99.0体積%以上であって、JIS-R1601で規定された試験法による3点曲げ強度が400MPa以上であるアルミナ焼結体で形成され、このアルミナ焼結体で形成された内方部材および/または外方部材の軌道面の表面粗さは、平均粗さ(Ra)で2.0μm以下であることを特徴とする転がり支持装置。

【請求項2】 フッ素樹脂を主成分とする材料からなる保持器を備え、前記軌道面の表面粗さは平均粗さ(Ra)で0.1μm以上2.0μm以下であることを特徴とする請求項1記載の転がり支持装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耐食性が要求される用途に好適な転がり支持装置(転がり軸受、ボールねじ、およびリニアガイド等)に関する。耐食性が要求される用途としては、半導体素子製造用機器や化学繊維製造用機械等のように、酸やアルカリ等の腐食性溶液へ浸漬されたり、腐食性溶液の飛沫がかかったり、腐食性溶液の蒸気に曝されたりする、腐食性環境下での用途が挙げられる。

【0002】

【従来の技術】腐食性環境下で使用される転がり支持装置の材料としては、ステンレス鋼等の一般的な耐食性材料を使用することはできず、従来より、窒化珪素(Si₃N₄)、ジルコニア(ZrO₂)、炭化珪素(SiC)、アルミナ(Al₂O₃)等のセラミックス材料を使用することが検討されている。これらのセラミックス材料のうち、アルミナは耐食性の点で最も優れているが、機械的強度は窒化珪素よりも低い。そのため、特開平11-153141~43号公報には、耐食性の高い転がり軸受の材料として、アルミナに、窒化チタン、ジルコニア、炭化珪素等を添加した複合セラミックスを用いることが記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記各公報に記載の複合セラミックスは、アルミナの含有率が最大でも98体積%であることから、腐食性環境下(例えばフッ化水素酸中)での耐食性の点で改善の余地がある。本発明は、半導体素子製造用機器や化学繊維製造用機械等の転がり支持装置として好適な、腐食性環境下での寿命が長い転がり支持装置を提供することを課題とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、内側に配置されて外面に軌道面を有する内方部材と、外側に配置されて内面に軌道面を有する外方部材と、両軌道面で構成される軌道内に配置される転動体と、を少なくとも備え、転動体が軌道内を転がり移動することにより内方部材および外方部材の一方が他方に対して相対的に移動する転がり支持装置において、内方部材、外方部材、および転動体の少なくともいずれかは、純度が99.0体積%以上であって、JIS-R1601で規定された試験法による3点曲げ強度が400MPa以上であるアルミナ焼結体で形成され、このアルミナ焼結体で形成された内方部材および/または外方部材の軌道面の表面粗さは、平均粗さ(Ra)で2.0μm以下であることを特徴とする転がり支持装置を提供する。

【0005】内方部材、外方部材、および転動体が、純度99.0体積%以上のアルミナ焼結体で形成されていると、極めて厳しい腐食性環境下であっても高い耐食性が得られる。また、内方部材、外方部材、および転動体について、JIS-R1601で規定された試験法による3点曲げ強度が400MPa以上であれば、半導体素子製造用機器や化学繊維製造用機械等の転がり支持装置として必要な機械的強度が実質的に得られる。また、前述のアルミナ焼結体で形成された内方部材および/または外方部材の軌道面の表面粗さが、平均粗さ(Ra)で2.0μmを超えると、転がり支持部材に振動が生じ易くなって、回転寿命が短くなる恐れがある。

【0006】内方部材、外方部材、および転動体を、純度が99.99体積%を超えるアルミナ焼結体で構成しても、更なる耐食性向上効果が期待できないばかりでなく、焼結助剤の含有量の低下によって機械的強度が低下する恐れがあるとともに、材料コストが高くなるため、使用するアルミナ焼結体の純度の上限値は99.99体積%とする。

【0007】純度が99.0体積%以上であって、JIS-R1601で規定された試験法による3点曲げ強度が400MPa以上であるアルミナ焼結体は、例えば、以下のようにして作製することができる。まず、バイヤー法等でアルミナ純度99.5以上に精製されたアルミナ原料粉末に、所定量の焼結助剤成分、粒成長抑制成分を湿式法で混合し、得られたスラリーをスプレードライヤーを用いて造粒することによって粉末状にする。次に、この粉末を金型を用いたプレス法等によって成形した後、仮焼きし、さらに本焼き(焼結)を行って焼結体を得る。

【0008】焼結温度は1200~1700℃、焼結時間は2~5時間程度の範囲で適時設定される。粒成長を抑制するという観点から低い温度で焼結を完了させることが好ましい。焼結条件はこれに限定されず、緻密化が

十分になされる条件であればよい。また、焼結は常圧および加圧のいずれの雰囲気で行っても良い。本発明で使用するアルミナ焼結体は、巨大剥離（軌道面が一度に大きく剥離すること）の起点となり難くする目的で、結晶粒内に存在する空孔（粒内空孔）の円相当径（空孔の面積 s を用いて「 $\sqrt{4s/\pi}$ 」で算出される値）の結晶粒径に対する比が0.1以下であり、結晶内に残存する空孔の数が平均で1個以下であることが好ましい。そのためには、結晶の平均粒径を30 μm 以下、好ましくは5 μm 以下、さらに好ましくは1 μm 以下となるように焼結を行う。また、JIS-R1601で規定された3点曲げ試験を行った場合に、破断面の粒界破壊面積率が80%以上であると、結晶粒内を貫通して発生する巨大剥離が生じ難くなるため好ましい。

【0009】本発明の転がり支持装置は、内方部材、外方部材、および転動体の全てが、純度99.0体積%以上のアルミナ焼結体からなることが好ましい。これにより、極めて高い耐食性が得られる。本発明の転がり支持装置は、また、フッ素樹脂を主成分とする材料からなる保持器を備え、軌道面の表面粗さは平均粗さ（Ra）で0.1 μm 以上2.0 μm 以下であることが好ましい。すなわち、軌道面の表面粗さを平均粗さ（Ra）で0.1 μm 以上（好ましくは0.15 μm 以上）とすることにより、転動体が保持器をなすフッ素樹脂を軌道面に移着させて、軌道面に良好な潤滑膜が形成され易くなる。これにより、潤滑剤を添加し難い場合でも良好な潤滑性が得られるようになる。

【0010】使用可能なフッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体、ポリビニリデンフルオリド、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレン・エチレン共重合体等が挙げられる。

【0011】これらのフッ素樹脂を主成分とし、繊維状*

	Al ₂ O ₃ 含有率 (体積%)	曲げ強度 (MPa)	平均結晶粒径 (μm)	空孔径比	腐食量の比
アルミナ1	95.00	350	40	0.1	1
アルミナ2	99.00	500	30	0.08	0.02
アルミナ3	99.50	400	25	0.05	0.005
アルミナ4	99.50	320	30	0.2	0.005
アルミナ5	99.90	590	5	0	0.001
アルミナ6	99.99	780	3	0	0.001

【0016】この表に示すように、純度99.0体積%以上のアルミナ焼結体であるアルミナ2～6は、純度95.0体積%のアルミナ焼結体であるアルミナ1の50～1000倍の耐食性を有する。アルミナ4は、純度99.0体積%以上のアルミナ焼結体ではあるが、曲げ強度が320MPa未満であるため、本発明の範囲外の材※50

*充填材を添加した樹脂組成物を保持器材料として使用することにより、保持器の機械的強度、耐摩耗性、および寸法安定性が高くなる。使用可能な繊維状充填材としては、ホウ酸アルミニウムウイスキー、チタン酸カリウムウイスキー、カーボンウイスキー、グラファイトウイスキー、炭素繊維、炭化珪素ウイスキー、窒化珪素ウイスキー、アルミナウイスキー等が挙げられる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の一実施形態に相当する転がり軸受を示す断面図である。この転がり軸受は、外輪1と、内輪2と、玉（転動体）3と、保持器4とからなる、呼び番号6000（外径26mm、内径10mm、幅8mm、玉の直径9.535mm）の玉軸受である。

【0013】外輪1と内輪2と玉3の材料として、下記の表1に示す6種類のアルミナ焼結体を用意した。各アルミナ焼結体からなる36mm×4mm×厚さ3mmの試験片を用い、スパン距離を30mmとして、JIS-R1601で規定された3点曲げ試験を行った。その結果を表1に「曲げ強度」として示した。また、各アルミナ焼結体の耐食性を調べる試験として、ポリテトラフルオロエチレン製の容器内に濃度5体積%のフッ化水素酸（フッ化水素の水溶液）を入れた後、この容器内に、各アルミナ焼結体からなる直径9.535mmの玉を入れて、80℃で300時間保持する試験を行った。この試験前後の各玉の重量減少量を腐食量として調べ、アルミナ1を「1」とした腐食量の比を算出した。

【0014】また、顕微鏡による焼結体の断面画像から、最大の粒内空孔の面積 s と平均結晶粒径を調べ、最大の粒内空孔の円相当径（ $\sqrt{4s/\pi}$ ）を最大空孔径として算出した。さらに、この最大空孔径の平均結晶粒径に対する比を空孔径比として算出した。この値も表1に示す。

【0015】

【表1】

※料である。

【0017】内輪2は、アルミナ3からなる円筒形の焼結体を切削加工することにより作製し、軌道面の表面粗さを平均粗さ（Ra）で0.30 μm とした。外輪1と玉3としては、下記の表2に示すように、アルミナ1～6の焼結体を用い、外輪1の軌道面の表面粗さを変化さ

5

せて12種類のサンプルを作製した。玉3の表面の表面粗さは平均粗さ(Ra)で0.05μm程度とした。

【0018】

【表2】

	外輪と玉をなす 焼結体の種類	軌道面の表面粗さ (Ra)
実施例1	アルミナ2	0.30μm
実施例2	アルミナ3	0.10μm
実施例3	アルミナ3	0.70μm
実施例4	アルミナ3	1.5μm
実施例5	アルミナ3	2.0μm
実施例6	アルミナ5	0.30μm
実施例7	アルミナ6	0.30μm
比較例1	アルミナ1	0.30μm
比較例2	アルミナ4	0.30μm
比較例3	アルミナ3	0.08μm
比較例4	アルミナ3	2.10μm
比較例5	アルミナ3	2.40μm

【0019】保持器4としては、チタン酸カリウムウイ
スカーを20重量%含有するポリフッ化ビニリデン樹脂
製の冠形保持器を使用した。これらの12種類の外輪1
および玉3と、内輪2と保持器4とを用いて、前述の玉
軸受を組み立てて、各サンプルの寿命を調べる回転試験
を行った。回転試験機では、図2に示すように、水平な
基台Dに対して斜めに配置された回転軸Sを、3個の玉
軸受J、J1、J2で支持し、回転軸Sの先端(基台D
側)の玉軸受Jとして試験軸受を配置した。

【0020】基台Dの上には、腐食性溶液51を入れた
容器5が設置されている。2個の玉軸受J1、J2の外
輪は、一つのハウジングHの軸方向両端部に固定されて
いる。回転軸Sは、容器5内の液体51に試験軸受Jの
外輪が浸漬するように配置されている。この試験軸受J
に径方向の荷重(ラジアル荷重)Rを付加しながら、内
輪回転で回転試験を行った。試験条件は、ラジアル荷
重:49N、回転速度:300rpm、雰囲気温度:常
温、腐食溶液:1規定の塩酸(塩化水素の水溶液)とし
た。

【0021】試験中に試験軸受Jに発生する振動を測定
し、振動値が試験開始時の2倍になった時点で回転を停
止し、その時点までの回転時間を調べ、各回転時間を比
較例1の値を「1」とした値に換算し、その値を回転寿
命比とした。その結果を、図3および図4にグラフで示
す。図3のグラフは、外輪および玉をなすアルミナ焼結
体の曲げ強度と回転寿命比との関係を示す。図4のグラ
フは、外輪軌道面の表面粗さ(平均粗さRa)と回転寿
命比との関係を示す。図3のグラフは、外輪および玉の

素材が異なる6つのサンプルの結果を用いて作成した。
図4のグラフは、外輪および玉の素材として同じアルミ
ナ3を用い、外輪軌道面の表面粗さ(平均粗さRa)を
変化させた7つのサンプルの結果を用いて作成した。

【0022】これらのグラフから分かるように、曲げ強
度が400MPa以上のアルミナ焼結体を軸受材料とし
て使用し、軌道面の表面粗さを平均粗さRaで0.10
μm以上2.0μm以下とすることによって、腐食性溶
液内での回転寿命を長くすることができる。また、軌道
面の表面粗さを平均粗さRaで0.70μm以上1.5
μm以下とすることによって、腐食性溶液内での回転寿
命を特に長くすることができる。

【0023】なお、本発明は、転がり軸受以外の転がり
支持装置(例えば、ボールねじやリニアガイド)にも適
用できる。ボールねじでは、ねじ軸が内方部材であり、
ナットが外方部材である。リニアガイドでは、案内レー
ルおよびスライダの一方が内方部材であって、他方が外
方部材である。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、
半導体素子製造用機器や化学繊維製造用機械等の転がり
支持装置として好適な、腐食性環境下での寿命が長い転
がり支持装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に相当する転がり軸受を示
す断面図である。

【図2】実施形態で行った試験方法を示す図である。

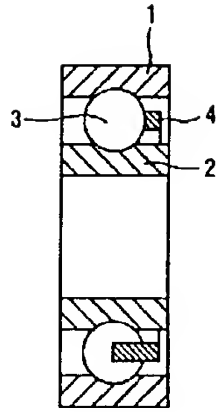
【図3】実施形態で行った試験結果を示すグラフであ
る。

【図4】実施形態で行った試験結果を示すグラフであ
る。

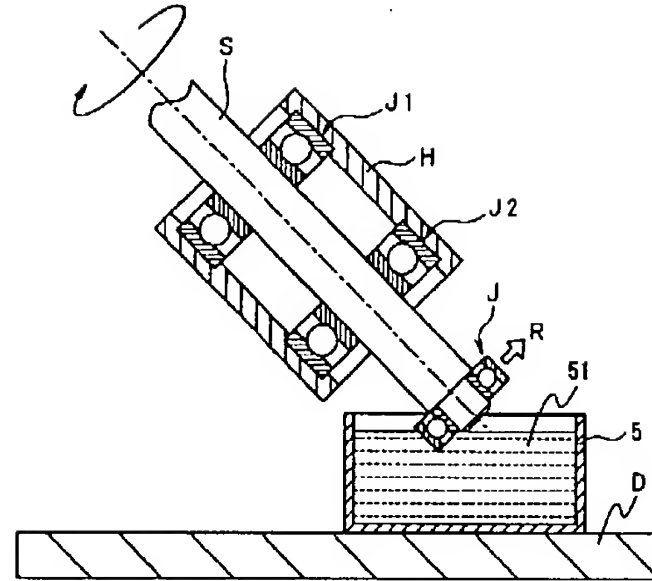
【符号の説明】

1 外輪
2 内輪
3 玉(転動体)
4 保持器
5 腐食性溶液を入れた容器
51 腐食性溶液
D 基台
H ハウジング
J1 玉軸受
J2 玉軸受
J 試験軸受
R ラジアル荷重
S 回転軸

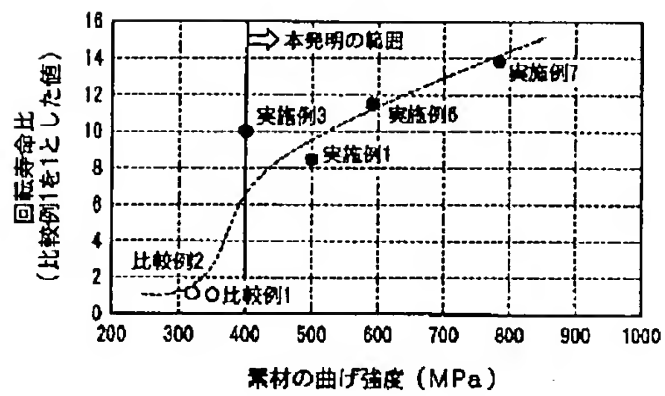
【図1】



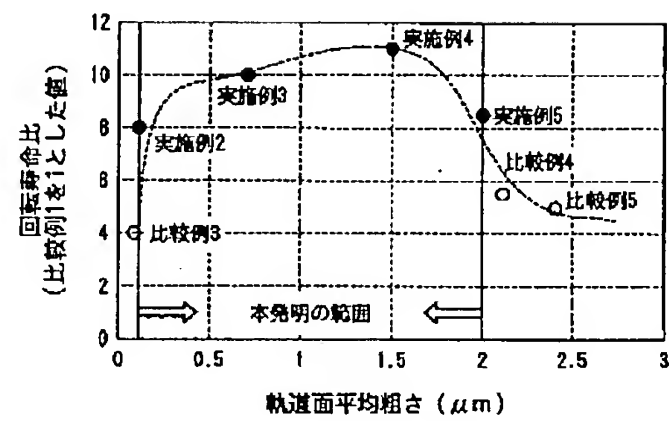
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F16C 33/58

F16H 25/24

識別記号

F I

F16H 25/24

テームト' (参考)

A

B

E

C04B 35/10

E

Fターム(参考) 3J062 AA28 AA51 AB22 AC07 BA16

BA18 CD04 CD12 CD45 CD54

3J101 AA03 AA32 AA42 BA02 BA10

BA22 BA50 BA53 BA54 BA55

BA70 DA20 EA14 EA31 FA08

GA55 GA60

4G030 AA36 BA18 BA20 CA07 GA32